

App. No. 10/604,513
Priority Document Submission

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

App. No. : 10/604,513
Applicant : Masuhiro Natsuhara et al.
Filed : July 28, 2003
Title : WAFER HOLDER FOR SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING DEVICE AND SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING DEVICE IN WHICH IT IS
INSTALLED
Tech. Cntr./Art Unit : (To be assigned)
Examiner : (To be assigned)
Docket No. : 39.019-AG

Honorable Commissioner of Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

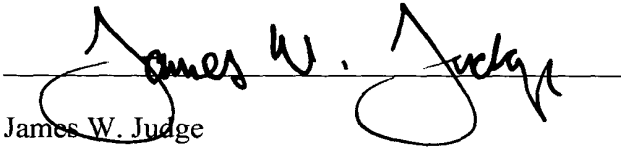
Submission of Documents in Claiming Priority Right
Under 35 U.S.C. § 1.119(b)

Sir:

To complete the claim made for the benefit of an earlier foreign filing date on filing the application identified above, Applicant herewith submits a certified copy of **Japanese Patent Application No. JP2003-033330, filed February 12, 2003.**

Respectfully submitted,

July 30, 2003


James W. Judge
Registration No. 42,701

JUDGE PATENT FIRM
Rivière Shukugawa 3rd Fl.
3-1 Wakamatsu-cho
Nishinomiya-shi, Hyogo 662-0035
JAPAN
Telephone: 800-784-6272
Facsimile: 425-944-5136
e-mail: jj@judgepat.jp

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 2月12日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-033330

[ST.10/C]:

[JP 2003-033330]

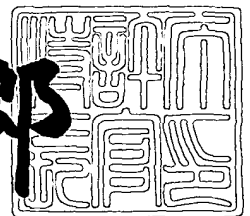
出 願 人
Applicant(s):

住友電気工業株式会社

2003年 5月23日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3037724

【書類名】 特許願

【整理番号】 103I0038

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H05B 3/10
H05B 3/20

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 夏原 益宏

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 仲田 博彦

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

【氏名】 橋倉 学

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102691

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 稔

【選任した代理人】

【識別番号】 100111176

【弁理士】

【氏名又は名称】 服部 保次

【選任した代理人】

【識別番号】 100112117

【弁理士】

【氏名又は名称】 山口 幹雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100116366

【弁理士】

【氏名又は名称】 二島 英明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114173

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体製造装置用ウェハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ウェハ搭載面を有するウェハ保持体のウェハ搭載面に平面部を有する多数の突起が形成され、前記突起の平面部の面積が、1 個あたり 70 m^2 以下であることを特徴とする半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項 2】 前記多数の突起の平面部の総面積が、搭載するウェハの面積の 40% 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体製造装置用ウェハ保持体。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載のウェハ保持体が搭載されていることを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ CVD、減圧 CVD、メタル CVD、絶縁膜 CVD、イオン注入、エッチング、Low-K 成膜、DEGAS 装置などの半導体製造装置に使用されるウェハ保持体、更にはそれを搭載した処理チャンバー、半導体製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体の製造工程では、被処理物である半導体基板に対して成膜処理やエッチング処理など様々な処理が行われる。このような半導体基板に対する処理を行う処理装置では、半導体基板を保持し、半導体基板を加熱するためのセラミックヒータが用いられている。

【0003】

このような従来のセラミックヒータは、例えば特開 2002-237375 号公報に開示されている。特開 2002-237375 号公報に開示されたセラミックヒータは、その表面または内部に抵抗発熱体が形成され、その外縁部に

は、半導体ウェハを嵌号させるための突部が形成され、該突部の内側には、該半導体ウェハと接触する多数の凸状体が形成された構造である。

【0004】

この発明では、セラミック基板の加熱面に半導体ウェハと接触する多数の凸状体を形成することにより、迅速に昇温を行うことができ、加熱面を均一な温度とすることができる。上記凸状体の上部は、平面により構成されることが望ましいとされている。しかし、上記多数の凸状体において、1個の凸状体の平面部の面積が大きすぎると、ウェハの均熱性が乱れたり、場合によってはウェハが搭載面から脱着できなくなるという問題があった。

【0005】

しかも、近年の半導体基板は大型化が進められている。例えば、シリコン（Si）ウェハでは8インチから12インチへと移行が進められている。この半導体基板の大口径化に伴って、セラミックスヒータの半導体基板の加熱面（保持面）の温度分布は、 $\pm 1.0\%$ 以内が必要とされるようになり、更には、 $\pm 0.5\%$ 以内が望まれるようになってきた。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-237375号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものである。すなわち、本発明は、搭載するウェハの均熱性を高め、しかもウェハの脱着性に優れた半導体製造装置用ウェハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記特許文献1に記載の半導体製造装置用ウェハ保持体は、1個の突起の平面部の面積が大きくなりすぎると、搭載したウェハが脱着しにくくなり、またウェハの均熱性が乱れることを見出し、本発明に至った。

【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明は、ウェハ搭載面を有するウェハ保持体のウェハ搭載面に平面部を有する多数の突起が形成され、該突起の平面部の面積が、1個あたり 70 mm^2 以下である。また、前記多数の突起の平面部の総面積が、搭載するウェハの面積の40%以下であることが望ましい。

【 0 0 1 0 】

前記1個の突起の平面部の面積は、 30 mm^2 以下が好ましく、多数の突起の平面部の総面積は、10%以下であることが好ましい。更に、上記のようなウェハ保持体を搭載した半導体製造装置は、被処理物であるウェハの温度が従来のものより均一になるので、歩留り良く半導体を製造することができる。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

発明者は、搭載するウェハの温度分布を $\pm 1.0\%$ 以内にするためには、ウェハ保持体(1)のウェハ搭載面(4)に平面部を有する多数の突起(2)が形成され、該突起の平面部の面積を、1個あたり 70 mm^2 以下にすれば良いことを見出した。

【 0 0 1 2 】

ウェハ保持体は、その内部もしくはウェハ搭載面以外の表面に形成した抵抗発熱体(5)によってウェハを加熱し、ウェハに所定の処理を施す。この時、加熱されたウェハ保持体の熱は、前記突起を介してウェハに伝わり、ウェハが加熱される。しかし、前記1個の突起の平面部の面積が、 70 mm^2 を超えると、抵抗発熱体で発生した熱が、前記突起を介してウェハに伝わる時、ウェハ表面に温度分布が生じやすくなる。搭載したウェハの温度が部分的に低下すると、例えばウェハに成膜処理を施す場合には形成した膜の厚みや性質がばらつくことになる。また、例えばエッチング処理の場合には、エッチング速度がばらつくことになる。

【 0 0 1 3 】

このため、搭載するウェハ表面の温度分布は少なければ少ないほどよいが、現状では、温度分布は $\pm 1.0\%$ 以内の均熱性、望むべくは $\pm 0.5\%$ 以内の均熱

性が求められている。このような均熱性を得るためには、前記 1 個の突起の平面部の面積を 70 mm^2 以下にすればよいことを見出した。

【0014】

抵抗発熱体に通電することにより、ウェハ保持体は加熱される。この時、抵抗発熱体で発生した熱は、ウェハ保持体に広がり、前記突起を介して、ウェハに伝わる。前記突起の直上のウェハの断面での温度分布は、突起直上のウェハ下部で温度が最大となり、ウェハの上部及び径方向に温度が低下するようになる。突起の平面部の面積が、 70 mm^2 以下の場合は、図 3 に模式的に示すように、突起の直上は高温部（7）が存在し、その領域を取り囲むように高温部よりは低温の低温部（8）が存在し、高温部（7）と低温部（8）はウェハ表面に達していないので、ウェハ表面の温度は、ほぼ均一となることを見出した。

【0015】

しかし、突起の平面部の面積が 70 mm^2 を超えると、図 4 に模式的に示すように、前記高温部（7）がウェハ表面まで達し、それに伴い、それよりは低温の低温部（8）もウェハ表面に出現するので、ウェハ表面に温度分布が発生することを見出した。

【0016】

このため、突起の平面部の面積が 70 mm^2 以下であれば、ウェハ表面の温度分布は、 $\pm 1.0\%$ 以内とすることができる。また、突起の平面部の面積は、 30 mm^2 以下であれば、ウェハ表面の温度分布は、 $\pm 0.5\%$ 以内にできるので、更に好ましい。

【0017】

また、前記突起の平面部の総面積が、ウェハ面積の 40% 以下であることが好ましい。突起を形成しない場合、ウェハとウェハ保持面は、全面的に接触するので、ウェハはウェハ保持体に密着した状態となり、ウェハ保持体から脱着しにくくなる。突起の平面部の総面積が、ウェハ面積の 40% を超えると、突起を形成しない場合と同様に、ウェハを脱着しにくくなり、ウェハの破損を引き起こしたり、ウェハに歪みを与えることになる。

【0018】

従って、突起の平面部の総面積を、ウェハ面積の40%以下とすれば、ウェハの脱着が容易になり、上記問題の発生が少ないので好ましい。更に、10%以下とすれば、脱着時の問題が全くなくなるので、より好ましい。

【0019】

本発明のウェハ保持体の材質については、絶縁性のセラミックスであれば特に制約はないが、熱伝導率が高く、耐食性にも優れた窒化アルミニウム（AlN）が好ましい。以下に、本発明のウェハ保持体の製造方法をAlNの場合で詳述する。

【0020】

AlNの原料粉末は、比表面積が $2.0 \sim 5.0 \text{ m}^2/\text{g}$ のものが好ましい。比表面積が $2.0 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満の場合は、窒化アルミニウムの焼結性が低下する。また、 $5.0 \text{ m}^2/\text{g}$ を超えると、粉末の凝集が非常に強くなるので取扱いが困難になる。更に、原料粉末に含まれる酸素量は、2wt%以下が好ましい。酸素量が2wt%を超えると、焼結体の熱伝導率が低下する。また、原料粉末に含まれるアルミニウム以外の金属不純物量は、2000ppm以下が好ましい。金属不純物量がこの範囲を超えると、焼結体の熱伝導率が低下する。特に、金属不純物として、SiなどのIV族元素や、Feなどの鉄族元素は、焼結体の熱伝導率を低下させる作用が高いので、含有量は、それぞれ500ppm以下であることが好ましい。

【0021】

AlNは難焼結性材料であるので、AlN原料粉末に焼結助剤を添加することが好ましい。添加する焼結助剤は、希土類元素化合物が好ましい。希土類元素化合物は、焼結中に窒化アルミニウム粉末粒子の表面に存在するアルミニウム酸化物あるいはアルミニウム酸窒化物と反応して、窒化アルミニウムの緻密化を促進するとともに、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率を低下させる原因となる酸素を除去する働きもあるので、窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率を向上させることができる。

【0022】

希土類元素化合物は、特に酸素を除去する働きが顕著であるイットリウム化合

物が好ましい。添加量は、0.01～5wt%が好ましい。0.01wt%未満であると、緻密な焼結体を得ることが困難であるとともに、焼結体の熱伝導率が低下する。また、5wt%を超えると、窒化アルミニウム焼結体の粒界に焼結助剤が存在することになるので、腐食性雰囲気を使用する場合、この粒界に存在する焼結助剤がエッチングされ、脱粒やパーティクルの原因となる。更に、好ましくは焼結助剤の添加量は、1wt%以下である。1wt%以下であれば、粒界の3重点にも焼結助剤が存在しなくなるので、耐食性が向上する。

【0023】

また、希土類元素化合物は、酸化物、窒化物、フッ化物、ステアリン酸化合物などが使用できる。この中で、酸化物は安価で入手が容易であり好ましい。また、ステアリン酸化合物は、有機溶剤との親和性が高いので、窒化アルミニウム原料粉末と焼結助剤などを有機溶剤で混合する場合には、混合性が高くなるので特に好適である。

【0024】

次に、これら窒化アルミニウム原料粉末や焼結助剤粉末に、所定量の溶剤、バインダー、更には必要に応じて分散剤や邂逅剤を添加し、混合する。混合方法は、ボールミル混合や超音波による混合等が可能である。このような混合によって、原料スラリーを得ることができる。

【0025】

得られたスラリーを成形し、焼結することによって窒化アルミニウム焼結体を得ることができる。その方法には、コファイアー法とポストメタライズ法の2種類の方法が可能である。

【0026】

まず、ポストメタライズ法について説明する。前記スラリーをスプレードライアー等の手法によって、顆粒を作成する。この顆粒を所定の金型に挿入し、プレス成形を施す。この時、プレス圧力は、 0.1 t/cm^2 以上であることが望ましい。 0.1 t/cm^2 未満の圧力では、成形体の強度が十分に得られないことが多く、ハンドリングなどで破損し易くなる。

【0027】

成形体の密度は、バインダーの含有量や焼結助剤の添加量によって異なるが、
 1. 5 g/cm^3 以上であることが好ましい。1. 5 g/cm^3 未満であると、
 原料粉末粒子間の距離が相対的に大きくなるので、焼結が進行しにくくなる。ま
 た、成形体密度は、2. 5 g/cm^3 以下であることが好ましい。2. 5 g/cm^3
 cm^3 を超えると、次工程の脱脂処理で成形体内のバインダーを充分除去すること
 が困難となる。このため、前述のように緻密な焼結体を得ることが困難となる。

【 0 0 2 8 】

次に、前記成形体を非酸化性雰囲気中で加熱し、脱脂処理を行う。大気等の酸
 化性雰囲気中で脱脂処理を行うと、A 1 N 粉末の表面が酸化されるので、焼結体の
 熱伝導率が低下する。非酸化性雰囲気ガスとしては、窒素やアルゴンが好ましい
 。脱脂処理の加熱温度は、 500°C 以上、 1000°C 以下が好ましい。 500°C
 未満の温度では、バインダーを充分除去することができないので、脱脂処理後の
 積層体中にカーボンが過剰に残存するので、その後の焼結工程での焼結を阻害す
 る。また、 1000°C を超える温度では、残存するカーボンの量が少なくなり過
 ぎるので、A 1 N 粉末表面に存在する酸化被膜の酸素を除去する能力が低下し、
 焼結体の熱伝導率が低下する。

【 0 0 2 9 】

また、脱脂処理後の成形体中に残存する炭素量は、1. $0 \text{ wt} \%$ 以下であるこ
 とが好ましい。1. $0 \text{ wt} \%$ を超える炭素が残存していると、焼結を阻害するの
 で、緻密な焼結体を得ることができない。

【 0 0 3 0 】

次いで、焼結を行う。焼結は、窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気中で、 $1700 \sim 2000^\circ\text{C}$ の温度で行う。この時、使用する窒素などの雰囲気ガスに含
 有する水分は、露点で -30°C 以下であることが好ましい。これ以上の水分を含
 有する場合、焼結時に A 1 N が雰囲気ガス中の水分と反応して酸窒化物が形成さ
 れるので、熱伝導率が低下する可能性がある。また、雰囲気ガス中の酸素量は、
 $0.001 \text{ vol} \%$ 以下であることが好ましい。酸素量が多いと、A 1 N の表面
 が酸化して、熱伝導率が低下する可能性がある。

【 0 0 3 1 】

更に、焼結時に使用する治具は、窒化ホウ素（BN）成形体が好適である。このBN成形体は、前記焼結温度に対し十分な耐熱性を有するとともに、その表面に固体潤滑性があるので、焼結時に積層体が収縮する際の治具と積層体との間の摩擦を小さくすることができるので、歪みの少ない焼結体を得ることができる。

【 0 0 3 2 】

得られた焼結体は、必要に応じて加工を施す。次工程の導電ペーストをスクリーン印刷する場合、焼結体の表面粗さは、Raで5 μ m以下であることが好ましい。5 μ mを超えるとスクリーン印刷により回路形成した際に、パターンのにじみやピンホールなどの欠陥が発生しやすくなる。表面粗さはRaで1 μ m以下であればさらに好適である。

【 0 0 3 3 】

上記表面粗さを研磨加工する際には、焼結体の両面にスクリーン印刷する場合は当然であるが、片面のみにスクリーン印刷を施す場合でも、スクリーン印刷する面と反対側の面も研磨加工を施す方がよい。スクリーン印刷する面のみを研磨加工した場合、スクリーン印刷時には、研磨加工していない面で焼結体を支持することになる。その時、研磨加工していない面には突起や異物が存在することがあるので、焼結体の固定が不安定になり、スクリーン印刷で回路パターンがうまく描けないことがあるからである。

【 0 0 3 4 】

また、この時、両加工面の平行度は0.5 mm以下であることが好ましい。平行度が0.5 mmを超えるとスクリーン印刷時に導電ペーストの厚みのバラツキが大きくなることがある。平行度は0.1 mm以下であれば特に好適である。さらに、スクリーン印刷する面の平面度は、0.5 mm以下であることが好ましい。0.5 mmを超える平面度の場合にも、導電ペーストの厚みのバラツキが大きくなることがある。平面度も0.1 mm以下であれば特に好適である。

【 0 0 3 5 】

研磨加工を施した焼結体に、スクリーン印刷により導電ペーストを塗布し、電気回路の形成を行う。導電ペーストは、金属粉末と必要に応じて酸化物粉末と、バインダーと溶剤を混合することにより得ることができる。金属粉末は、セラミ

ックスとの熱膨張係数のマッチングから、タングステンやモリブデンあるいはタ
ンタルが好ましい。

【0036】

また、AlNとの密着強度を高めるために、酸化物粉末を添加することもでき
る。酸化物粉末は、IIa族元素やIIIIa族元素の酸化物や Al_2O_3 、 SiO_2
などが好ましい。特に、酸化イットリウムはAlNに対する濡れ性が非常に
良好であるので、好ましい。これらの酸化物の添加量は、0.1～30wt%が
好ましい。0.1wt%未満の場合、形成した電気回路である金属層とAlNと
の密着強度が低下する。また30wt%を超えると、電気回路である金属層の電
気抵抗値が高くなる。

【0037】

導電ペーストの厚みは、乾燥後の厚みで、5 μm 以上、100 μm 以下である
ことが好ましい。厚みが5 μm 未満の場合は、電気抵抗値が高くなりすぎるとと
もに、密着強度も低下する。また、100 μm を超える場合も、密着強度が低下
する。

【0038】

また、形成する回路パターンが、ヒータ回路（抵抗発熱体回路）の場合は、パ
ターンの間隔は0.1mm以上とすることが好ましい。0.1mm未満の間隔で
は、抵抗発熱体に電流を流したときに、印加電圧及び温度によっては漏れ電流が
発生し、ショートする。特に、500℃以上の温度で使用する場合には、パター
ン間隔は1mm以上とすることが好ましく、3mm以上であれば更に好ましい。

【0039】

次に、導電ペーストを脱脂した後、焼成する。脱脂は、窒素やアルゴン等の非
酸化性雰囲気中で行う。脱脂温度は500℃以上が好ましい。500℃未満では
、導電ペースト中のバインダーの除去が不十分で金属層内にカーボンが残留し、
焼成したときに金属の炭化物を形成するので、金属層の電気抵抗値が高くなる。

【0040】

焼成は、窒素やアルゴンなどの非酸化性雰囲気中で、1500℃以上の温度で
行うのが好適である。1500℃未満の温度では、導電ペースト中の金属粉末の

粒成長が進行しないので、焼成後の金属層の電気抵抗値が高くなり過ぎる。また、焼成温度はセラミックスの焼結温度を超えない方がよい。セラミックスの焼結温度を超える温度で導電ペーストを焼成すると、セラミックス中の含有する焼結助剤などが揮散しはじめ、更には導電ペースト中の金属粉末の粒成長が促進されてセラミックスと金属層との密着強度が低下する。

【 0 0 4 1 】

次に、形成した金属層の絶縁性を確保するために、金属層の上に絶縁性コート进行形成することができる。絶縁性コートの材質は、金属層が形成されているセラミックスと同じ材質であることが好ましい。該セラミックスと絶縁性コートの材質が大幅に異なると、熱膨張係数の差から焼結後に反りが発生するなどの問題が生じる。例えば、AlNの場合、AlN粉末に焼結助剤として所定量のIIa族元素あるいはIIIa族元素の酸化物や炭酸化物を加え、混合し、これにバインダーや溶剤を加え、ペーストとして、該ペーストをスクリーン印刷により、前記金属層の上に塗布することができる。

【 0 0 4 2 】

この時、添加する焼結助剤量は、0.01wt%以上であることが好ましい。0.01wt%未満では、絶縁性コートが緻密化せず、金属層の絶縁性を確保することが困難となる。また、焼結助剤量は20wt%を超えないことが好ましい。20wt%を超えると、過剰の焼結助剤が金属層中に浸透するので、金属層の電気抵抗値が変化してしまうことがある。塗布する厚みに特に制限はないが、5 μ m以上であることが好ましい。5 μ m未満では、絶縁性を確保することが困難となるからである。

【 0 0 4 3 】

次に、必要に応じて更にセラミックス基板を積層することができる。積層は、接合剤を介して行うのが良い。接合剤は、酸化アルミニウム粉末や窒化アルミニウム粉末に、IIa族元素化合物やIIIa族元素化合物とバインダーや溶剤を加え、ペースト化したものを接合面にスクリーン印刷等の手法で塗布する。塗布する接合剤の厚みに特に制約はないが、5 μ m以上であることが好ましい。5 μ m未満の厚みでは、接合層にピンホールや接合ムラ等の接合欠陥が生じやすくな

る。

【 0 0 4 4 】

接合剤を塗布したセラミックス基板を、非酸化性雰囲気中、500℃以上の温度で脱脂する。その後、積層するセラミックス基板を重ね合わせ、所定の荷重を加え、非酸化性雰囲気中で加熱することにより、セラミックス基板同士を接合する。荷重は、 0.05 kg/cm^2 以上であることが好ましい。 0.05 kg/cm^2 未満の荷重では、十分な接合強度が得られないか、もしくは前記接合欠陥が生じやすい。

【 0 0 4 5 】

接合するための加熱温度は、セラミックス基板同士が接合層を介して十分密着する温度であれば、特に制約はないが、1500℃以上であることが好ましい。1500℃未満では、十分な接合強度が得られにくく、接合欠陥を生じやすい。前記脱脂ならびに接合時の非酸化性雰囲気は、窒素やアルゴンなどを用いることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

以上のようにして、ウェハ保持体となるセラミックス積層焼結体を得ることができる。なお、電気回路は、導電ペーストを用いずに、例えば、ヒータ回路であれば、モリブデン線（コイル）、静電吸着用電極やRF電極などの場合には、モリブデンやタングステンのメッシュ（網状体）を用いることも可能である。

【 0 0 4 7 】

この場合、A1N原料粉末中に上記モリブデンコイルやメッシュを内蔵させ、ホットプレス法により作製することができる。ホットプレスの温度や雰囲気は、前記A1Nの焼結温度、雰囲気に準ずればよいが、ホットプレス圧力は、 10 kg/cm^2 以上加えることが望ましい。 10 kg/cm^2 未満では、モリブデンコイルやメッシュとA1Nの間に隙間が生じることがあるので、ウェハ保持体の性能が出なくなることがある。

【 0 0 4 8 】

次に、コファイアー法について説明する。前述した原料スラリーをドクターブレード法によりシート成形する。シート成形に関して特に制約はないが、シート

の厚みは、乾燥後で 3 mm 以下が好ましい。シートの厚みが 3 mm を超えると、スラリーの乾燥収縮量が大きくなるので、シートに亀裂が発生する確率が高くなる。

【 0 0 4 9 】

上述したシート上に所定形状の電気回路となる金属層を、導電ペーストをスクリーン印刷などの手法により塗布することにより形成する。導電ペーストは、ポストメタライズ法で説明したものと同一ものを用いることができる。ただし、コファイア法では、導電ペーストに酸化物粉末を添加しなくても支障はない。

【 0 0 5 0 】

次に、回路形成を行ったシート及び回路形成をしていないシートを積層する。積層の方法は、各シートを所定の位置にセットし、重ね合わせる。この時、必要に応じて各シート間に溶剤を塗布しておく。重ね合わせた状態で、必要に応じて加熱する。加熱する場合、加熱温度は、150℃以下であることが好ましい。これを超える温度に加熱すると、積層したシートが大きく変形する。そして、重ね合わせたシートに圧力を加えて一体化する。加える圧力は、1～100 MPa の範囲が好ましい。1 MPa 未満の圧力では、シートが十分に一体化せず、その後の工程中に剥離することがある。また、100 MPa を超える圧力を加えると、シートの変形量が大きくなりすぎる。

【 0 0 5 1 】

この積層体を、前述のポストメタライズ法と同様に、脱脂処理並びに焼結を行う。脱脂処理や焼結の温度や、炭素量等はポストメタライズ法と同じである。前述した、導電ペーストをシートに印刷する際に、複数のシートにそれぞれヒータ回路や静電吸着用電極等を印刷し、それらを積層することで、複数の電気回路を有するウェハ保持体を容易に作成することも可能である。このようにして、ウェハ保持体となるセラミックス積層焼結体を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

得られたセラミックス積層焼結体は、必要に応じて加工を施す。通常、焼結した状態では、半導体製造装置で要求される精度に入らないことが多い。加工精度は、例えば、ウェハ搭載面の平面度は 0.5 mm 以下が好ましく、さらには 0.

1 mm以下が特に好ましい。平面度が0.5 mmを超えると、ウェハーとウェハ保持体との間に隙間が生じやすくなり、ウェハ保持体の熱がウェハに均一に伝わらなくなり、ウェハの温度ムラが発生しやすくなる。

【0053】

また、ウェハ搭載面の面粗さは、Raで5 μ m以下が好ましい。Raで5 μ mを超えると、ウェハ保持体とウェハとの摩擦によって、AlNの脱粒が多くなることがある。この時、脱粒した粒子はパーティクルとなり、ウェハ上への成膜やエッチングなどの処理に対して悪影響を与えることになる。さらに、表面粗さは、Raで1 μ m以下であれば、好適である。

【0054】

また、本発明の平面部を有する突起は、機械加工やサンドブラストなどの公知の加工方法を用いて作製することができる。この時、突起の平面部は、前記ウェハ搭載面であるが、面粗さや全体的な平面度は前記したウェハ搭載面の面粗さや平面度の範囲内になるように、突起の形成時には注意しなければならない。

【0055】

以上のようにして、ウェハ保持体本体を作製することができる。さらに、このウェハ保持体にシャフトを取り付ける。シャフトの材質は、ウェハ保持体のセラミックスの熱膨張係数と大きく違わない熱膨張係数のものであれば特に制約はないが、ウェハ保持体との熱膨張係数の差が 5×10^{-6} /K以下であることが好ましい。

【0056】

熱膨張係数の差が、 5×10^{-6} /Kを超えると、取付時にウェハ保持体とシャフトの接合部付近にクラックなどが発生したり、接合時にクラックが発生しなくても、繰り返し使用しているうちに接合部に熱サイクルが加わり、割れやクラックが発生することがある。例えば、ウェハ保持体がAlNの場合、シャフトの材質は、AlNが最も好適であるが、窒化珪素や炭化珪素あるいはムライト等が使用できる。

【0057】

取付は、接合層を介して接合する。接合層の成分は、AlN及びAl₂O₃並

びに希土類酸化物からなることが好ましい。これらの成分は、ウェハ保持体やシャフトの材質であるAlNなどのセラミックスと濡れ性が良好であるので、接合強度が比較的高くなり、また接合面の気密性も得られやすいので好ましい。

【0058】

また、接合層の成分として、ZnO系の結晶化ガラスを用いることもできる。この場合、ガラスの結晶化温度が、700～800℃であるので、比較的低温で接合することができるので好ましい。しかし、該ガラス成分が半導体製造装置のチャンバー内の雰囲気ガスに侵される場合もあるので、半導体製造の条件によっては、結晶化ガラスを使用できない場合もある。

【0059】

接合するシャフト並びにウェハ保持体それぞれの接合面の平面度は0.5mm以下であることが好ましい。これを超えると接合面に隙間が生じやすくなり、十分な気密性を持つ接合を得ることが困難となる。平面度は0.1mm以下がさらに好適である。なお、ウェハ保持体の接合面の平面度は0.02mm以下であればさらに好適である。また、それぞれの接合面の面粗さは、Raで5μm以下であることが好ましい。これを超える面粗さの場合、やはり接合面に隙間が生じやすくなる。面粗さは、Raで1μm以下がさらに好適である。

【0060】

次に、ウェハ保持体に電極を取り付ける。取付は、公知の手法で行うことができる。例えば、ウェハ保持体のウェハ保持面と反対側から電気回路までザグリ加工を施し、電気回路にメタライズを施すかあるいはメタライズなしで直接活性金属ろうを用いて、モリブデンやタングステン等の電極を接続すればよい。その後必要に応じて電極にメッキを施し、耐酸化性を向上させることができる。このようにして半導体製造装置用ウェハ保持体を作製することができる。

【0061】

また、本発明のウェハ保持体を半導体装置に組み込んで、半導体ウェハを処理することができる。本発明のウェハ保持体は、ウェハ保持面の温度が均一であるので、ウェハの温度分布も従来より均一になるので、形成される膜や熱処理等に対して、安定した特性を得ることができる。

【 0 0 6 2 】

【実施例】

実施例 1

99重量部の窒化アルミニウム粉末と1重量部の Y_2O_3 粉末を混合し、ポリビニルブチラールをバインダー、ジブチルフタレートを溶剤として、それぞれ10重量部、5重量部混合して、ドクターブレード法にて直径430mm、厚さ1.0mmのグリーンシートを成形した。なお、窒化アルミニウム粉末は、平均粒径0.6 μm 、比表面積3.4m²/gのものを使用した。また、平均粒径が2.0 μm のW粉末を100重量部として、 Y_2O_3 を1重量部と、5重量部のバインダーであるエチルセルロースと、溶剤としてブチルカルビトールを用いてWペーストを作製した。混合にはポットミルと三本ロールを用いた。このWペーストをスクリーン印刷で、前記グリーンシート上に、ヒータ回路パターンを形成した。

【 0 0 6 3 】

ヒータ回路を印刷したグリーンシートに、別の1.0mm厚のグリーンシートを複数積層し、積層体を作製した。積層はモールドにシートを重ねてセットし、プレス機にて50℃に熱しつつ、10MPaの圧力で2分間熱圧着することで行った。その後、窒素雰囲気中で600℃にて脱脂を行い、窒素雰囲気中で1800℃、3時間の条件で焼結を行いウェハ保持体を作製した。なお、焼結後、ウェハ保持面はRaで1 μm 以下になるよう研磨加工を施した。また外径も仕上加工を行った。加工後のウェハ保持体の寸法は、外径340mmで、厚みは20mmである。

【 0 0 6 4 】

次に、ウェハ保持面にドリル加工により、次のような突起を形成したウェハ保持体を作製した。すなわち、突起の平面部の直径が、1、2.54、4、6、8、10mmで、532個の突起（15mmピッチで配置）を形成したウェハ保持体及び直径が、1、2.54、4、6、8、10、12、15、20mmで、127個の突起（45mmピッチで配置）を形成したウェハ保持体である。

【 0 0 6 5 】

ウェハ保持面の反対側の面から、前記ヒータ回路まで2ヶ所ザグリ加工を行い、ヒータ回路を一部露出させた。露出したヒータ回路部にW製の電極を活性金属ろうを用いて直接接合した。この電極に通電することによりウェハ保持体を加熱し、均熱性を測定した。均熱性の測定は、12インチウェハ温度計をウェハ保持面に搭載し、その温度分布を測定した。なお、ウェハ温度計の中心部の温度が550℃になるように、供給電力を調整した。均熱性の結果を、表1と表2に示す。

【0066】

また、図示しないウェハリフトピンにより、ウェハを持ち上げた時、ウェハに破損等の問題が全く発生しなかったものを○、ウェハの一部にカケが発生したものを△、ウェハが破損したものを×として、表1にリフトテストとしてあわせて示す。なお、表1、2において、面積は、1個の突起の平面部の面積を、また、面積比は、突起の平面部の総面積とウェハ（直径12インチ）の面積との比率を示す。

【0067】

【表1】

No	突起直径 (mm)	面積 (mm ²)	突起個数	面積比 (%)	リフト テスト	均熱性 (%)
1	1	0.8	532	0.6	○	±0.3
2	2.54	5.1	532	3.7	○	±0.3
3	4	12.6	532	9.2	○	±0.4
4	6	28.3	532	20.6	△	±0.5
5	8	50.3	532	36.6	△	±0.8
6	10	78.5	532	57.4	×	±1.2

【0068】

【表 2】

No	突起直径 (mm)	面積 (mm ²)	突起個数	面積比 (%)	リフト テスト	均熱性 (%)
7	1	0.8	127	0.1	○	±0.3
8	2.54	5.1	127	0.9	○	±0.3
9	4	12.6	127	2.2	○	±0.4
10	6	28.3	127	4.9	○	±0.5
11	8	50.3	127	8.7	○	±0.9
12	10	78.5	127	13.7	△	±1.1
13	12	113.1	127	19.7	△	±1.2
14	15	176.7	127	30.8	△	±1.5
15	20	314.2	127	54.7	×	±1.6

【0069】

表1、2から判るように、1個の突起の平面部の面積を70mm²以下にすることにより、ウェハ表面の温度分布を±1%以内にする事ができる。更に、前記面積を30mm²以下とすれば、ウェハ表面の温度分布を±0.5%以内にする事ができる。また、突起の平面部の総面積をウェハ面積の40%以下にすることにより、ウェハの脱着時の問題があまり発生しないようにすることができる。更に、10%以下とすれば、ウェハ脱着時の問題を全く発生しないようにすることができる。

【0070】

実施例2

表1と2の各ウェハ保持体を半導体製造装置に組み込み、直径12インチのSiウェハの上に、TiN膜を形成した。その結果、No. 6及びNo. 15のウェハ保持体を用いた場合は、TiNの膜厚のバラツキが15%以上と大きく、ウェハの脱着時にウェハが破損した。また、No. 12～14のウェハ保持体を用いた場合は、TiNの膜厚のバラツキが15%以上と大きく、ウェハの脱着時に

ウェハが少しかけた程度であったが、N o. 1～5 及びN o. 7～1 1 の各ウェハ保持体を用いた場合は、1 0 %以下と膜厚のバラツキが小さく、良好なT i N 膜を形成することができ、ウェハ脱着時に全く問題がなかった。

【0 0 7 1】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、平面部を有する突起において、1 個の突起の平面部の面積を 70 mm^2 以下とすることにより、均熱性に優れたウェハ保持体及び半導体製造装置を提供することができる。また、突起の平面部の総面積をウェハ面積の4 0 %以下とすれば、ウェハの脱着時の問題の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のウェハ保持体の平面模式図の一例を示す。

【図 2】図 1 のA - A 断面の模式図である。

【図 3】本発明のウェハ断面の温度分布を示す模式図である。

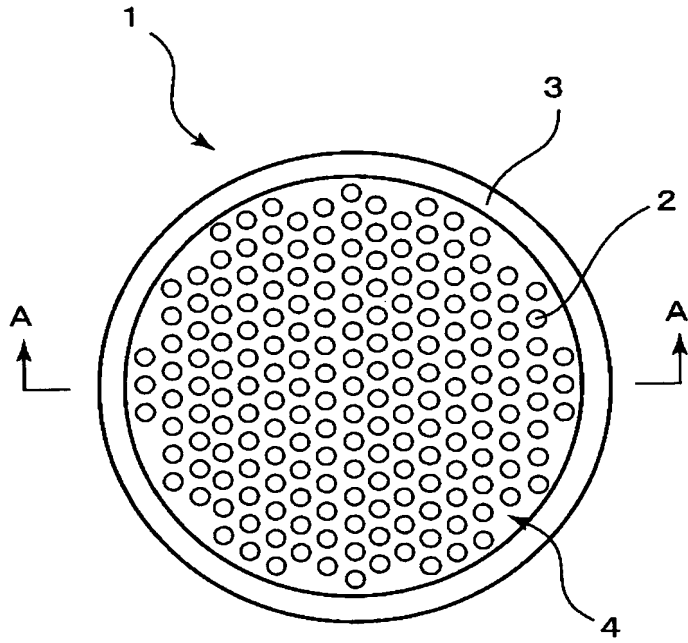
【図 4】比較例のウェハ断面の温度分布を示す模式図である。

【符号の説明】

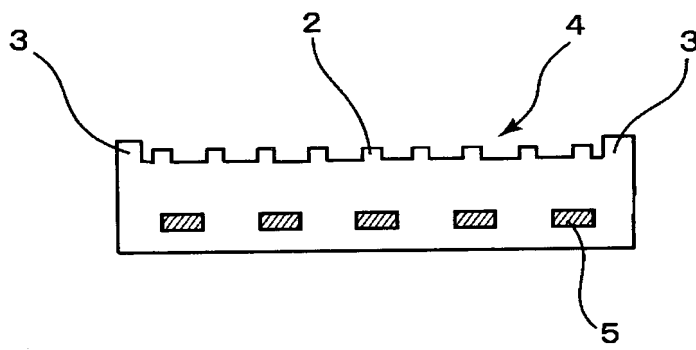
- 1 ウェハ保持体
- 2 突起
- 3 外縁
- 4 ウェハ搭載面
- 5 抵抗発熱体
- 6 ウェハ
- 7 高温部
- 8 低温部

【書類名】 図面

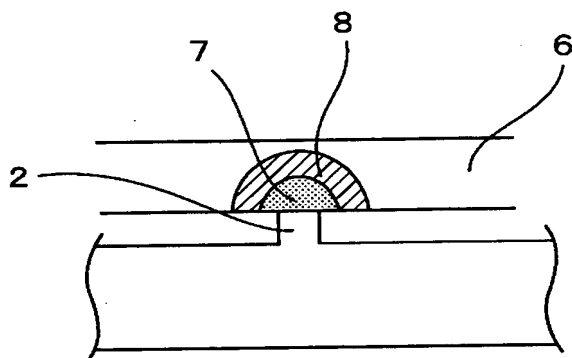
【図 1】



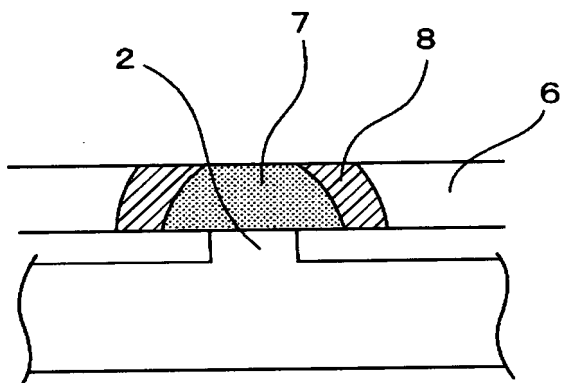
【図 2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウェハ搭載面を有するウェハ保持体のウェハ保持面の均熱性を高めた半導体製造用ウェハ保持体およびそれを搭載した半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 ウェハ搭載面を有するウェハ保持体のウェハ搭載面に平面部を有する多数の突起が形成され、前記突起の平面部の面積を、1個あたり 70 mm^2 以下にすれば、搭載したウェハ表面の温度分布を $\pm 1.0\%$ 以内にする事ができる。更に、前記面積は、 30 mm^2 以下であれば温度分布を $\pm 0.5\%$ 以内にする事ができる。また、突起の平面部の総面積を搭載するウェハの面積の 40% 以下にすれば、ウェハ脱着時の問題発生を抑制することができるので好ましい。

【選択図】 図1

特 2 0 0 3 - 0 3 3 3 3 0

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 3 3 3 0
受付番号	5 0 3 0 0 2 1 6 4 7 1
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 5 年 2 月 1 3 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 2月12日

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
氏 名	住友電気工業株式会社